UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1950-1951 — N° 136

Contribution à l'Étude Physiologique de la Position Assise chez l'Aviateur

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

présentée et soutenue publiquement le Mercredi 18 Juillet 1951

PAR

ROBERT OLIMPIERI

Élève de l'École Principale du Service de Santé de la Marine et des Colonies
Diplômé de Médecine Aéronautique

Né à PARIS, le 27 Mai 1926

Examinateurs de la Thèse

FABRE, Professeur ..... *Président*
VILLEMIN, Professeur .....
DUFOUR, Professeur ..... *Juges*
Mlle ROUGIER, Maître de Conférences Agrégé. .....

BORDEAUX
IMPRIMERIE RENÉ SAMIE
21-23, rue Teulère

1951

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41538106_0102

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1950-1951 — N° 136

Contribution à l'Étude Physiologique de la Position Assise chez l'Aviateur

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

présentée et soutenue publiquement le Mercredi 18 Juillet 1951

PAR

ROBERT OLIMPIERI

Élève de l'École Principale du Service de Santé de la Marine et des Colonies
Diplômé de Médecine Aéronautique

Né à PARIS, le 27 Mai 1926

Examinateurs de la Thèse

FABRE, Professeur	*Président*
VILLEMIN, Professeur	*Juges*
DUFOUR, Professeur	*Juges*
Mlle ROUGIER, Maître de Conférences Agrégé.	*Juges*

BORDEAUX
IMPRIMERIE RENÉ SAMIE
21-23, rue Teulère

1951

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN HONORAIRE : M. DUPÉRIÉ.
DOYEN : M. PORTMANN. — **ASSESSEUR** : M. CHELLE.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. A. MANDOUL, PETGES, GUYOT, ANDÉRODIAS, ROCHER, LANDE, DUVERGEY, CARLES, LEURET, PÉRY, LABAT, CHARRIER, DUBREUIL, MACHEBŒUF

PROFESSEURS :

	MM.
Clinique médicale	DUPÉRIÉ.
id.	CREYX.
Clinique chirurgicale	PAPIN.
id.	MASSÉ.
Clinique d'accouchements	RIVIÈRE.
Clinique gynécologique	MAGENDIE.
Anatomie pathologique et microscopie clinique	DE GRAILLY.
Anatomie	VILLEMIN.
Anatomie générale et histologie	MAYER.
Hygiène et clinique de la tuberculose.	PIÉCHAUD.
Médecine légale et Médecine du travail	DERVILLÉE.
Electroradiologie et clinique d'électricité médicale	REBOUL.
Chimie	CHELLE.
Matière médicale	GOLSE.
Pharmacie	VITTE.
Physiologie	FABRE.
Clinique médicale des maladies des enfants	FONTAN.
Zoologie et parasitologie	SIGALAS.

	MM.
Médecine expérimentale	AUBERTIN.
Clinique ophtalmologique	BEAUVIEUX.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	LOUBAT.
Clinique des maladies infectieuses	N.....
Chimie biologique et médicale	TAYEAU
Physique médicale et pharmaceutique	PIFFAULT.
Médecine coloniale et Clinique des maladies exotiques	BONNIN.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	JOULIA.
Clinique des maladies des voies urinaires	DARGET.
Clinique des maladies nerveuses et mentales	DELMAS-MARSALET
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
Toxicologie et hygiène appliquée	CASTAGNOU.
Clinique odonto-stomatologique	DUBECQ
Botanique et cryptogamie	GIRARD.
Thérapeutique	BROUSTET

PROFESSEUR A TITRE PERSONNEL : M. MESNARD (Pharmacie)

PROFESSEURS SANS CHAIRE :

MM. PERRENS (Maladies mentales), DUFOUR (Anatomie), BLANQUET (Physique pharmaceutique).

MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉGÉS :

	MM.
Parasitologie	PAUTRIZEL.
Physiologie	Mlle ROUGIER.
Bactériologie	MOUSTARDIER.

	MM.
Pharmacie (1re Section)	R. GOLSE.
Pharmacie (2e Section)	MASQUELIER
Pharmacie (3e Section)	CAZAUX.

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.
Médecine générale	SARIC.
id.	DUBARRY.
id.	F.-J. TRAISSAC.
id.	BERGOUIGNAN.
id.	LENG-LÉVY.
Chirurgie générale	POUYANNE.
id.	LAUMONIER.
id.	CHAVANNAZ.
Obstétrique	MAHON.
id.	CHASTRUSSE.

	MM.
Ophtalmologie	BESSIÈRE.
Oto-rhino-laryngologie	DESPONS.
Dermatologie et syphiligraphie	LE COULANT.
Histologie	N.....
Pédiatrie et puériculture	VERGER.
Médecine légale et médecine du travail	L'ÉPÉE.
Electro-radiologie	LACHAPÈLE.
Odonto-stomatologie	MARONNEAUD
Urologie	LANGE.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.
Médecine opératoire	DUFOUR.
Accouchements	MAHON.
Puériculture	PERY
Législation pharmaceutique	POPLAWSKI.
id.	COUSTOU.
Anatomie	RIGAUD.
Chimie générale et analytique	BABIN.
Cryptogamie	LAUBIE.

	MM.
Pharmacie galénique	MESNARD.
Organographie et physiologie végétale	TEMPÈRE.
Chimie biologique	NEUZIL.
Pathologie chirurgicale	LAUMONIER.
id.	VILLAR.
Zoologie pharmaceutique	BAILANGER.
Hydrologie pharmaceutique	CAZAUX.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A MA MÈRE

A MA FEMME

A MON PÈRE

A MES BEAUX-PARENTS

A MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS ET CAMARADES
DE L'ÉCOLE DE SANTÉ NAVALE

A Monsieur le Professeur R. GRANDPIERRE

Professeur agrégé de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Nancy
Médecin Colonel du Service de Santé de l'Air
Directeur du Centre d'Etudes de Biologie Aéronautique
du Service de Santé de l'Air
Chevalier de la Légion d'Honneur

Qui fut pour nous l'instigateur et le guide précieux dans la composition de cet ouvrage et qui sut toujours nous réserver un si aimable accueil.

Qu'il voit là l'expression de notre profond respect.

A NOS JUGES

A Mademoiselle le Docteur G. ROUGIER

Maître de Conférences Agrégé

A Monsieur le Professeur DUFOUR

Chef des travaux Anatomiques
Chirurgien des Hôpitaux
Chevalier de la Légion d'honneur
Croix de Guerre
Officier d'Académie

A Monsieur le Professeur F. VILLEMIN

Professeur d'Anatomie
Officier de la Légion d'Honneur
Croix de Guerre
Officier de l'Instruction Publique
Officier de Sainte Anne de Russie

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR FABRE

Professeur de Physiologie
Directeur de l'Institut d'Education Physique
Officier de la Légion d'Honneur
Médaille Militaire
Croix de guerre
Officier de l'Instruction Publique

Qu'il soit remercié du grand honneur qu'il nous fait en acceptant de présider notre thèse et qu'il trouve ici l'assurance de notre considération la plus respectueuse.

INTRODUCTION

Les aspects médicaux de la station assise semblent avoir relativement peu retenu l'attention depuis les dernières décades du XIX^{e} siècle. VERNON, puis plus récemment AKERBLOM, ont étudié cette question et codifié les normes désirables pour le siège idéal.

Notre but, dans ce travail, est d'essayer d'appliquer à l'aviation les directives que nous avons pu extraire de ces travaux.

A cet effet, nous commencerons par une étude des caractéristiques désirables pour les sièges d'avion en rapport avec les mensurations corporelles de base, d'une part du passager, d'autre part du pilote.

La deuxième partie de notre travail sera consacrée à l'étude physiologique du repos en position assise par une méthode d'un grand intérêt :

— L'électromyographie.

DONNÉES ANTHROPOMÉTRIQUES POUR LA CONSTRUCTION DES SIÉGES D'AVIONS

1° Le Siège Passager.

L'avion devient un mode de locomotion de plus en plus en faveur. Les compagnies aériennes prennent de plus en plus d'importance et créent de nouvelles lignes toujours plus longues, toujours plus audacieuses.

La longueur des voyages aériens pose le problème du confort des passagers que l'on doit concilier avec le peu d'espace disponible et l'idée de ne pas trop alourdir les avions de transport. Cela oblige à étudier sérieusement la disposition et la dimension des sièges d'avions.

Comme l'avion en temps que moyen de communication tend à se généraliser, on peut se rapporter à des études antérieures faites sur le confort en automobile ou en chemin de fer. C'est pourquoi les constructeurs du siège d'avion se sont inspirés des études faites par Tea, Paton, Pickard, Hœhn, Lay et Fisher, Moss, ce dernier s'étant intéressé à la question de la fatigue en automobile.

Les principales qualités d'un siège que nous devons rechercher nous amènent à déterminer les centres de gravité et les points de rotation du corps humain et les caractéristiques anthropométriques des passagers.

Les différents points de rotation sont les suivants :

— La base du crâne sur la colonne vertébrale ;

— L'articulation de l'épaule ;

— Le coude ;

— Le poignet ;

— La hanche ;
— Les genoux ;
— La cheville.

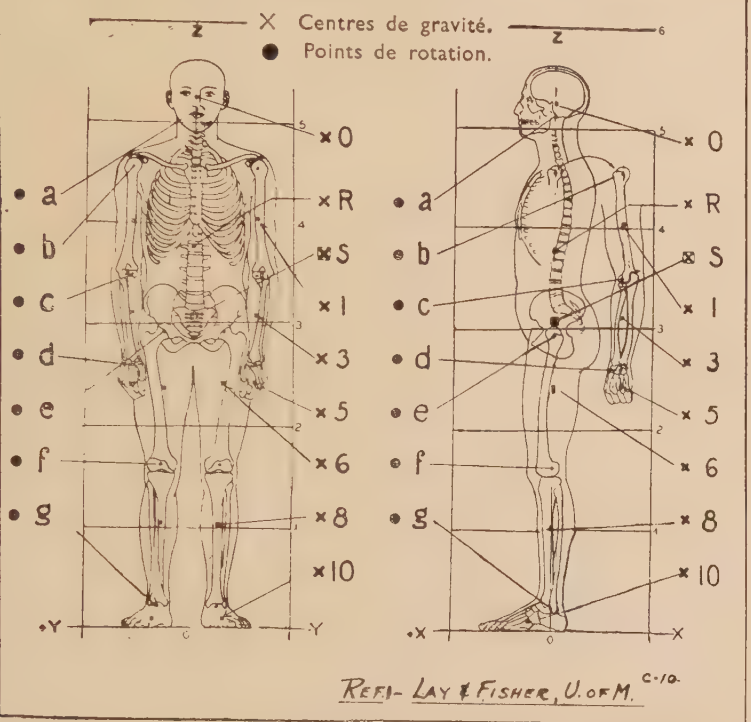
Dans la figure n° 1, que nous tenons de l'ouvrage de LAY et FISHER, nous pouvons localiser très exactement les points de rotation et les centres de gravité de chaque segment de membre. En effet, les auteurs ont établi des coordonnées sur des axes *xx'*, *yy'* et *zz'* en rapport avec la largeur et la hauteur du corps humain qui permettent de situer exactement les différents points de rotation.

La position du centre de gravité du corps considéré comme un tout a été bien controversée et après les études de M. VON MEYER, de BRAUNE et FISHER, d'AKERBLOM, ce problème semble résolu et l'accord s'est fait : le centre de gravité se trouverait au niveau de la première vertèbre sacrée.

Symbole	*NOM*	*En centimètres*			*Par rapport à la hauteur*		
		x	*y*	*z*	*x*	*y*	*z*
	Points de Rotation						
. a	Base du crâne sur l'épine..	0,0	0,0	154	0,0	0,0	91,23
. b	Articulation de l'épaule ..	0,0	± 18	137	0,0	± 10,66	81,16
. c	Coude	0,0	± 18	103	0,0	± 10,66	62,20
. d	Poignet	0,0	± 18	78	0,0	± 10,66	46,20
. e	Hanche	0,0	± 8,5	88	0,0	± 5,04	52,13
. f	Genoux.....	0,0	± 8,5	48	0,0	± 5,04	28,44
. g	Cheville	0,0	± 8,5	6,5	0,0	± 5,04	3,85
	Centres de Gravité						
X O	Tête	0,0	0,0	158	0,0	0,0	93,48
X R	Tronc	0,0	0,0	120	0,0	0,0	71,09
X 1	Bras.....	0,0	± 18	121	0,0	± 10,66	71,74
X 3	Avant-bras	0,0	± 18	93	0,0	± 10,66	55,55
X 5	Main	0,0	± 18	73	0,0	± 10,66	43,13
X 6	Cuisse	0,0	± 8,5	72	0,0	± 5,04	42,48
X 8	Jambe	0,0	± 8,5	31	0,0	± 5,04	18,19
X 10	Pied	6,2	± 10,6	3	3,85	± 6,16	1,78
⊠ S	Corps entier			93			55,27

Fig. n° 1. — *Localisation des points de rotation et des centres de gravité du corps.*

Fig. n° 1. - LOCALISATION DES POINTS DE ROTATION ET DES CENTRES DE GRAVITÉ DU CORPS.



A. — Nous en arrivons maintenant à la recherche des données anthropométriques.

Une étude des mensurations corporelles de base a été faite par la *Heywood Wakefield Company of Gardner* (Massachussets) sous la direction de E. A. HOOTON, du département de l'Anthropologie de l'Université d'Harvard. Ce travail, qui fournit les dimensions de base des sièges, consiste en trois parties :

1° Mensuration de sujets pris parmi les différentes classes de la société ;

2° Statistique de ces mensurations pour mettre en évidence les données établies ;

3° En se basant sur ces statistiques, étude des directives pour la construction des sièges.

Des mesures ont été faites avec une chaise spéciale de mesure.

Six mesures différentes ont été pratiquées :

1° La longueur du siège ;
2° Hauteur du dos ;
3° Hauteur des accoudoirs ;
4° Largeur du siège ;
5° Largeur des épaules ;
6° Hauteur du siège.

La taille fut ensuite notée au demi-centimètre près, le poids à la livre près ; en plus de ces mensurations furent demandés l'âge, le lieu de naissance ; pour les femmes, on posa quelques questions subsidiaires en rapport avec leurs habitudes : 1° quel était le type de talon qu'elles portaient ; 2° on leur demandait si elles avaient l'habitude de quitter leurs chaussures dans leurs voyages en chemin de fer.

Le but de cette étude était d'obtenir des mensurations moyennes pour le siège dans les chemins de fer.

3.867 personnes ont été mesurées :

— 3.004 à North Station, à Boston ;
— 863 à Northwersternstation, à Chicago.

Les adolescents de moins de 17 ans ont été éliminés de cette statistique comme n'ayant pas encore terminé leur développement physique. Il semble bien que Hooton ait obtenu ainsi une image bien représentative de l'Américain au point de vue de l'âge, du statut social et économique et de l'origine.

Il est raisonnable de penser que ces personnes-témoins auront les mêmes caractéristiques que celles qui emprunteront l'avion pour leurs voyages et que ces statistiques pourront s'appliquer aussi bien aux voyageurs en chemin de fer qu'aux « voyageurs en avion ».

Hooton les a groupés en pourcentage de 5 en 5 % jusqu'à 100 %.

D'après les tables de HOOTON, 5 % des hommes parmi les sujets choisis pèsent 60 kilogs ou moins ; 10 % pèsent 63 kgs 500 ou moins.

Sont mentionnées aussi les valeurs extrêmes et les moyennes obtenues. Les hommes et les femmes ont été mesurés séparément de façon à comparer les deux sexes. La moyenne totale a été pratiquée.

Pourcentage	*POIDS (en kg.)*			*TAILLE (en cm.)*		
	Hommes	*Femmes*	*Total*	*Hommes*	*Femmes*	*Total*
5.....	60	47	49,9	161	152	154
10.....	63,5	50	52,6	163	154	157
15.....	65	51,4	55,3	165	156	159
20.....	67	52,7	57,4	166	157	160
25.....	68,600	54,20	59,5	168	158	161
30.....	70	55,6	61,2	169	159	163
35.....	71,500	56,8	62,9	170	160	164
40.....	73	58	64,6	170,5	160,7	165
45.....	74,3	59,3	66,4	171	161	166
50.....	75,6	60,4	69,3	172	162	167
55.....	55	61,4	70	173	163	168
60.....	78,5	62,8	72	174	164	169
65.....	80	63,9	73,9	175	165	170
70.....	81,7	65,6	76	176	166	172
75.....	84	67,5	78	177	167	173
80.....	86	69,7	80,4	178	168	175
85.....	89	72	83,6	180	169	176
90.....	93,3	76	87,2	182	170	178
95.....	98,7	81,3	94,2	184	172	182
Nombre ...	1.959	1.908	3.867	1.959	1.908	3.867
Valeurs	45,360	31,750	31,750	147,5	137,5	137,5
Extrêmes...	140	140	140	200	200	200
Moyenne ..	75,6	60,4	69,3	172	162	167

Fig. nº 2. — *Table de Hooton : Poids - Taille.*

I. — *Age. Poids. Stature.*

Les âges extrêmes vont de plus de 17 ans (adolescence) jusqu'à la vieillesse (89 ans).

La moyenne est de :

— 38 ans 9 mois pour les hommes ;

— 36 ans pour les femmes.

Les individus choisis sont donc dans la première moitié de la vie.

Le poids et la taille sont exposés dans le tableau n° 2 ci-dessous. Les poids extrêmes ont été : 31 kg. 750 et 140 kilogs, alors que la moyenne totale est de 69 kg. 300.

Les tailles extrêmes ont été de 1 m. 375 et 2 mètres, tandis que la moyenne totale est de 1 m. 67.

II. — *Longueur du siège.*

D'après les tables de HOOTON, on voit qu'un siège long de 50 centimètres irait à 90 % des deux séries mélangées renfermant 85 % des hommes et 95 % du total des femmes ; 15 % des hommes et 40 % des femmes devraient s'asseoir au moins 5 centimètres devant le dossier du siège pour permettre à leurs genoux de se fléchir normalement.

III. — *Hauteur du dossier.*

Le dossier du siège doit être assez haut, pour fournir un support à la base du crâne.

On voit, d'après les tables de HOOTON, qu'un dossier de 75 centimètres conviendra à la plus grande partie des usagers. Cependant, comme un tel dossier gênerait les passagers qui portent des chapeaux, et que la plupart des gens ne s'adosse pas complètement sur le dossier du siège, une hauteur intermédiaire semble préférable. Ainsi, une hauteur de 70 centimètres convient pour les 60 % du groupe total.

La hauteur du dossier peut être abaissée, mais on peut augmenter alors la longueur du siège de sorte que les gens les plus grands puissent se carrer profondément dans les fauteuils.

IV. — *Hauteur des accoudoirs.*

Ces mensurations dépendent en premier lieu du rapport de la longueur des bras par rapport à la longueur du torse. Ainsi, par exemple, un homme aux longs bras et au long torse peut s'accommoder de la même hauteur d'accoudoir qu'un homme avec bras et torse courts. On recommande de ne pas utiliser un accoudoir de plus de 21 centimètres.

Pourcentage	*Longueur du siège (en cm.)*			*Longueur du dossier (en cm.)*			*Hauteur des accoudoirs (en cm.)*		
	Hommes	*Femmes*	*Total*	*Hommes*	*Femmes*	*Total*	*Hommes*	*Femmes*	*Total*
5	43,5	42	42,5	66,5	62,25	63,25	20,25	21	20,25
10	44,5	42,75	43,25	67,75	63,25	64,25	21,25	21,50	21,25
15	45	43,25	44	68,25	63,75	65,25	21,75	22,25	22
20	45,25	43,75	44,25	69	64,50	66	22,25	22,50	22,25
25	45,75	44	44,75	69,50	65	66,50	22,50	22,75	22,75
30	46	44,25	45	70	65,25	67	22,75	23,25	23
35	46,45	44,5	45,50	70,50	65,75	67,50	23,25	23,50	23,25
40	46,75	45	45,75	71	66	68	23,50	23,75	23,50
45	47	45,25	46	71,25	66,50	68,50	23,75	24	23,75
50	47,25	45,50	46,50	71,50	66,75	69	24	24,25	24
55	47,50	45,75	46,75	72	67,25	69,50	24,25	24,50	24,50
60	48	46,25	47,25	72,50	67,50	70,25	24,50	24,75	24,75
65	48,25	46,50	47,50	73	68	70,75	24,75	25	25
70	48,50	47	47,75	73,25	68,25	71,50	25	25,25	25,25
75	49	47,50	48,25	73,75	68,75	72	25,50	25,75	25,50
80	49,50	47,75	48,75	74,25	69,25	72,75	25,75	26	26
85	50	48,25	49,25	74,75	69,75	73,50	26,25	26,50	26,25
90	50,75	48,75	50	75,50	70 25	74,25	26,75	27	27
95	52	50	51	76,50	71,50	75,50	27,75	27,75	27,75
Nombre	1.959	1.908	3.867	1.959	1.908	3.867	1.959	1.908	3.867
Valeurs	38,5	38,75	38,5	59	55,25	55,25	16,75	17,25	16,75
Extrêmes	55,75	55,50	57,75	82,75	72,25	82,75	30	30	30
Moyenne	47,25	45,50	6,50	71,50	66,75	69	24	24,25	24

Fig. nº 3. — *Table de Hooton : Longueur du siège, du dossier. Hauteur des accoudoirs.*

Si on examine le tableau de HOOTON, cela semble un chiffre bas à l'excès, mais les raisons de choisir 21 centimètres pour les accoudoirs sont les suivantes :

1° La plupart des gens tendent à glisser dans leur fauteuil ;

2° Les gens s'asseoient souvent en biais et s'appuient sur un seul accoudoir, ce qui fait diminuer la hauteur des accoudoirs par rapport à la position droite ;

3° Quelques hauteurs d'accoudoirs trouvées sont fausses, car ils sont le résultat d'individus minces, assis au centre de la chaise, et étendant leurs bras latéralement ;

4° Si les accoudoirs sont trop hauts, ils provoquent une remontée inconfortable des épaules pour la majorité des personnes, et demande une très grande largeur de siège, de sorte que l'on doit s'appuyer sur le côté interne des coudes.

Il en résulte une gêne de l'apport sanguin par constriction de l'artère humérale. Cela provoque rapidement une sensation d'engourdissement du bras et de la main.

V. — *Largeur du siège.*

95 % des séries totales arrivent à 43 centimètres. On a recommandé cependant 53 centimètres (le maximum) pour permettre un espace suffisamment important entre chaque voyageur. Cela contentera les voyageurs craignant le voisinage trop familier de leurs compagnons.

VI. — *Largeur des épaules.*

Dans ces mensurations, les valeurs maxima doivent être appliquées, car même les gens de très petite taille se trouvent très bien dans des fauteuils bien plus larges que leurs épaules.

95 % des gens, comme on le voit sur le tableau, ont une largeur de 47 centimètres au moins. Ainsi une largeur de 55 centimètres conviendra, car il faut tenir compte des vêtements, des pardessus et du rembourrage des épaules. Les mouvements seront plus aisés avecune marge suffisante.

VII. — *Hauteur du siège.*

Cette mensuration est la plus importante pour un siège confortable. Pour mesurer parfaitement la distance des genoux au sol, l'individu était assis de la façon suivante :

1° Cuisses parallèles au sol ;

2° Genoux fléchis à angle droit, et par conséquent :

3° La jambe était étendue à angle droit par rapport aux cuisses et au sol.

On a conclu que la hauteur de la chaise devait être faible. Une excessive hauteur du siège amène le bord de la chaise à exercer une pression sur la face inférieure des cuisses.

Si on diminue la hauteur, la pression diminue. Cela est préférable, puisque les individus à longues jambes peuvent modifier leur position plus facilement que les personnes à jambes courtes. Une hauteur de 42 centimètres, qui convient à 95 % des gens, est recommandée par HOOTON.

Si cette chaise basse est adoptée, il faut fournir une place suffisante pour les jambes et pour des repose-pieds pour les grandes personnes.

La discussion de ces chiffres donnés par HOOTON portera surtout sur deux dimensions capitales : la longueur du siège et la hauteur de la chaise, et nous rejoindrons là l'opinion d'AKERBLOM.

Ce dernier auteur considère comme capitale dans l'origine de la fatigue, la compression de la face inférieure des cuisses et de la région poplitée par action, d'une part, sur la circulation et, d'autre part, sur le nerf sciatique, les nerfs périphériques et les tissus. HOOTON conseille aux individus à longues jambes d'étendre leurs jambes en avant de façon à ce que leurs cuisses soient bien supportées par le siège ; c'est une erreur, car cela amène une compression des tissus. Seul le fémur peut supporter la pression du poids du corps. Il en résulte une compression très forte de tout ce qui se trouve entre ces deux plans résistants : le fémur et le plan du siège. Au contraire, il faudra que les personnes à longues

jambes aient leurs cuisses complètement indépendantes du siège. Ce qui supprimera toute pression.

Pourcentage	*Largeur du siège (en cm.)*			*Largeur des épaules (en cm.)*			*Hauteur du siège (en cm.)*		
	Hommes	*Femmes*	*Total*	*Hommes*	*Femmes*	*Total*	*Hommes*	*Femmes*	*Total*
5	34,25	32,75	33,25	41	36	36,75	44	41,75	42,25
10	35,25	33,5	34,25	41,75	36,75	37,5	44,75	42,5	43,25
15	37,75	34,25	35	42,25	37,25	38,25	45,25	43	44
20	36,25	34,50	35,50	42,75	37,50	38,75	45,50	43,5	44,5
25	36,50	35,25	35,75	43,25	38	39,25	46	43,75	45
30	37	35,50	36	43,50	38,25	40	46,25	44,25	45,5
35	37,50	35,75	36,50	43,50	38,50	40,5	46,50	44,5	45,75
40	37,75	36	36,75	43,75	38,75	41,25	46,75	44,75	46
45	38	36,25	37	44	39	41,75	47,25	45	46,25
50	38,25	36,50	37,50	44	39,25	42,25	47,50	45,25	46,5
55	38,50	37	38	44,50	39,50	43	47,75	45,50	47
60	38,85	37,25	38,25	44,50	40	43,5	48	45,75	47,25
65	39,25	37,75	38,50	45	40,25	43,75	48,25	46	47,5
70	39,75	38,25	39	45,25	40,75	44	48,50	46,50	47,75
75	40,25	38,75	39,50	45,50	41	44,5	49	46,75	48,25
80	40,75	39,50	40,25	46	41,50	44,75	49,25	47	48,75
85	41,25	40,25	41	46,50	42	45,25	49,75	47,50	49,25
90	42	41,25	41,75	47	43	46	50,5	48	49,75
95	43,5	43	43,25	48	44	47	51,5	48,75	50,75
Nombre ...	1.959	1.908	3.867	1.959	1.908	3.867	1.959	1.908	3.867
Valeurs ...	32	32,25	32	36,25	31,75	31,75	39	38,5	38,50
Extrêmes ..	53,25	51,5	53,25	56	54,25	56	55	51,5	55
Moyenne ..	38,25	36,50	37,50	44	39,25	42,25	47,5	45,25	46,50

Fig. n° 4. — *Table de Hooton : Largeur du siège et des épaules. Hauteur du siège.*

Il semble donc qu'une hauteur de siège de 40 centimètres soit désirable et qu'elle permettra à la majorité des voyageurs d'être assis le plus confortablement possible.

La longueur du siège est la deuxième dimension sur laquelle nous ferons quelques objections.

Il est évident que la profondeur du siège ne doit pas être trop grande, sinon cela amènerait des difficultés à la personne assise pour appuyer son dos sur le dossier. Dans certains sièges soi-disant confortables, les personnes assises sont souvent loin devant les dossiers, de sorte que la colonne lombaire n'a aucun support quand on s'incline en arrière. Ainsi, en opposition à HOOTON, nous pensons que la profondeur des sièges doit être ajustée à la longueur minima des cuisses mentionnée sur les tables de HOOTON, c'est-à-dire 40 centimètres.

Un compromis, cependant, peut être offert entre ces deux chiffres de 40 et 50 centimètres.

En effet, il est d'observation courante que les femmes s'asseoient au centre de leur siège, les jambes rapprochées l'une contre l'autre.

Les hommes, moins bridés par leurs vêtements et par les convenances, peuvent prendre des positions plus ou moins obliques par rapport à l'axe du fauteuil et écarter leurs jambes de façon à occuper la plus grande partie de leur siège. On sait de plus que la moyenne de longueur des jambes de l'homme est plus grande que celle des femmes.

C'est pourquoi on a pensé à donner au bord antérieur du siège une forme concave qui permettrait de contenter tous les voyageurs. La longueur du siège peut aller de 40 centimètres à sa partie centrale, à 45 centimètres à ses parties latérales.

En conclusion, nous réunirons en un petit tableau les dimensions qui nous semblent les meilleures pour le siège passager.

Longueur du siège.....	40 cms
Hauteur du dossier.....	70 cms
Hauteur des accoudoirs.....	21 cms
Largeur du siège.....	53 cms
Largeur des épaules.....	55 cms
Hauteur du siège.....	40 cms

B. — *Compressibilité des coussins.*

Un facteur important est sans conteste la compressibilité des coussins qui déterminera la forme du fauteuil (siège et dossier) sous le poids du voyageur assis.

Par des études faites sur le confort en automobile, on a vite compris que la mollesse et les contours d'un siège vide n'étaient pas en eux-mêmes des critères valables de confort.

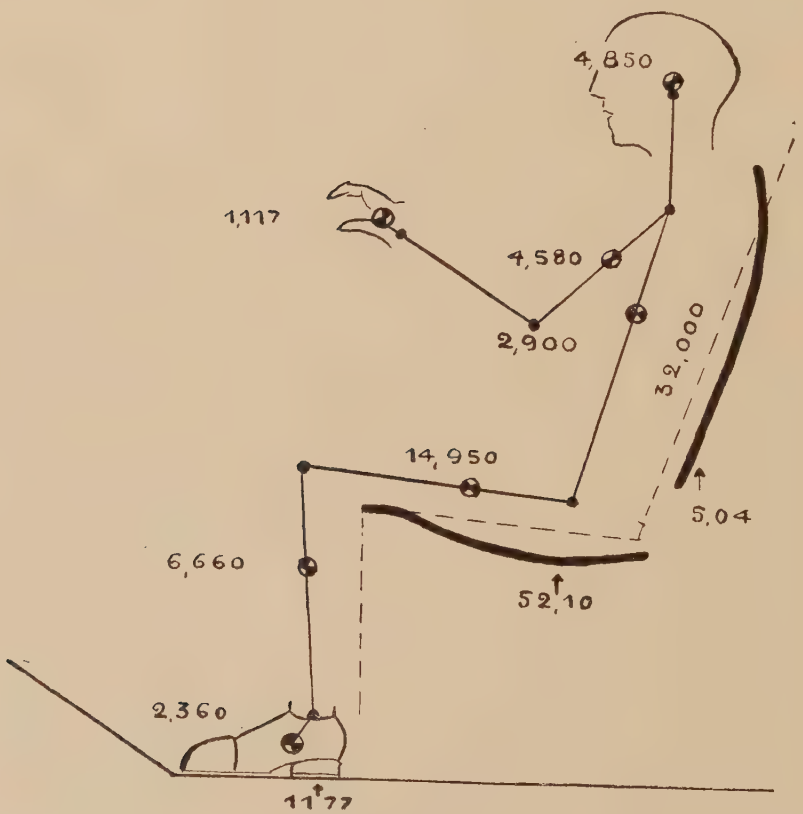


FIGURE N° 5

C'est pourquoi il faut considérer la forme d'un coussin chargé plus que celle d'un siège vide. L'homme moyen a un poids défini et localisé par rapport aux différents segments du corps.

Les principales variables dans cette étude sont :

— Le poids du corps, et surtout sa distribution par segment du corps ;

— La surface compressée et partant la compressibilité et l'élasticité du coussin.

LAY et FISHER ont montré la distribution du poids pour l'homme moyen dans une position assise en rapport avec les différents centres de gravité. On voit aisément que les poids imposés sur le dossier et sur le siège diffèrent beaucoup, nécessitant ainsi des caractéristiques nécessaires pour les coussins de chacune de ces parties.

La figure n° 5 est rapportée par LAY et FISHER et représente schématiquement un conducteur d'automobile assis, les mains appuyées sur le volant. Les nombres posés auprès des diverses parties du corps donnent en kilogs le poids moyen ; ceux qui se trouvent en dessous de la pédale, du siège du fauteuil et du dossier, expriment le poids compressif pesant sur chacune de ces superficies.

LAY et FISHER ont étudié les variations de pression des points du corps sur la surface portante au moyen d'une chaise spéciale. La compression des ressorts des coussins peut être modifiée indépendamment et les chiffres obtenus permettent de juger quelles sont les meilleures conditions de confort. De cette façon, il était possible de déterminer de quelle quantité s'enfoncent les coussins sous le poids d'un homme moyen.

Les coussins seront donc tels que sous le poids du corps les surfaces portantes du siège seront plates. D'autre part, ces surfaces ne doivent pas être trop résistantes pour que les changements de pression qui se produisent dans les mouvements puissent être effectués rapidement. Par exemple, une chaise de bureau confortable dans des conditions statiques, ne peut pas donner une redistribution du poids du corps qui se produit dans les mouvements et les condi-

tions dynamiques de l'avion. Les coussins jouent donc un grand rôle. Ils doivent être spécialement étudiés, car ils peuvent transmettre les trépidations et amener ainsi plus vite la fatigue.

Une grande importance est attachée au degré de résistance du rembourrage du siège. Il semble que le meilleur rembourrage est fourni par le « fiberglas ».

Le fiberglas, constitué par la réunion de fibres de caoutchouc spéciales très légères, a pour avantages d'être très léger et d'offrir un degré de résistance idéal que l'on peut augmenter par l'accroissement de la densité des fibres.

Il est nécessaire aussi de fournir au siège une couverture isolante contre les vibrations, particulièrement importante pour le dossier et l'appui-tête, de façon à minimiser la transmission des bruits par voie osseuse. Un tissu spécial sera choisi pour les pays chauds.

Repose-pieds et appui-tête.

Les repose-pieds et les appuis-tête sont deux accessoires indispensables pour le confort des passagers.

Les repose-pieds doivent être placés en rapport avec le siège lui-même. HOOTON pense qu'ils sont absolument indispensables pour les personnes à longues jambes. Les repose-pieds et les appuis-tête jouent un rôle très efficace pour le repos du voyageur. L'angle d'inclinaison des chevilles et de la tête sont des facteurs très importants à considérer.

Quoique les repose-pieds aient été enlevés pendant la guerre, des études récentes ont montré que 90 % ou plus des voyageurs préfère avoir ce confort supplémentaire. Un grand avantage des repose-pieds est qu'ils diminuent presque totalement les vibrations transmises par le plancher de l'avion. Ce fait a été contrôlé pendant la guerre sur les avions où les repose-pieds avaient été enlevés : les voyageurs de ces avions se sont tous plaints de vibrations excessives.

C. — *Angulation du siège.*

L'étude de l'angulation du siège devra être très minutieuse car c'est à cet endroit que les critiques les plus acerbes se sont élevées.

De nombreux auteurs ont étudié cette question, entre autres MAC FARLAND et LIPPERT.

H. C. CUMBERLAND et BOWEY ont étudié eux aussi l'angulation du siège. Ils considèrent que le corps est formé de cinq parties réunies entre elles : la tête, le tronc, les cuisses, les jambes et les pieds. Il y a des angles limites confortables pour chaque articulation et le dessin du siège passager doit s'accomoder des ces limites si on veut assurer le confort du passager.

Dans la position du « siège incliné », l'angle entre la tête et le tronc est de 180°. Et l'on a pu voir par l'expérience que cette position est la plus favorable pour les gens sensibles au mal de l'air. On a soutenu une théorie selon laquelle l'irritation du labyrinthe de l'oreille par des accélérations verticales est la principale cause du mal de l'air et que c'est dans la position d'extension du cou que ces excitations du labyrinthe sont les moindres.

Il faut cependant que l'on puisse varier l'angle tête-tronc ; on pourra le faire par l'interposition d'oreillers.

L'angle entre le tronc et les cuisses β-α (cf. figure n° 6) est d'une extrême importance. S'il est inférieur à 90°, le dos est droit et l'abdomen est contracté. On a conclu que l'angle ne devait pas être inférieur à 100°. Quand le sujet est en position d' « alerte » il est recommandé de ne pas avoir un angle β (comprenant l'angle α) de plus de 110°. Dans la position inclinée, nécessaire dans les vols de longue durée, l'angle β (comprenant l'angle α) ne doit pas être inférieur à 125°.

Les mouvements de l'articulation du genou, de l'extension à la flexion, doivent avoir une ampleur de 130°. La position adoptée par le passager dépend de la longueur de ses jambes, de la position des repose-pieds. Elle dépend

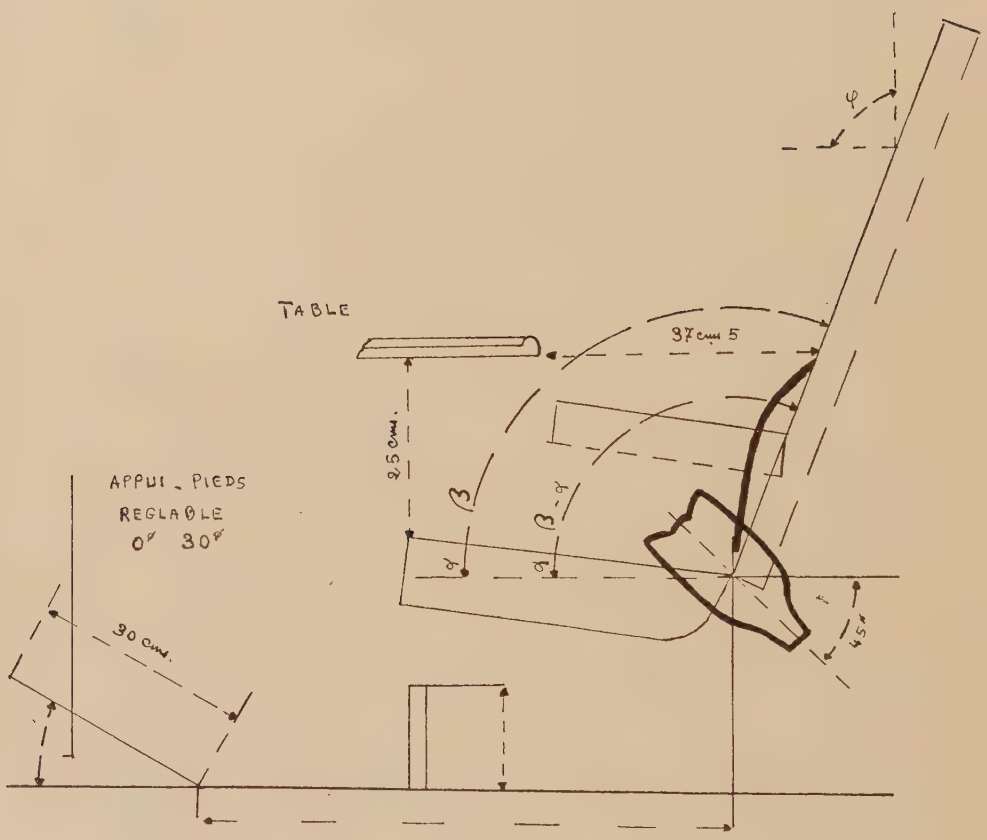


FIGURE Nº 6

ANGLES du SIÈGE

VOYAGES	ANGLES DU SIÈGE			
	b	*a* (fixe)	*b-a*	*g*
Voyages courts	Fixe à 110°	Entre 5° et 10°	# 100°	# 90°
Voyages moyens.... (10 heures)	Réglable de 110° à 125°	»	»	»
Longs voyages..... (au-dessus de 10 h.)	Réglable à 110°, 125°, 135°	»	»	»

Fig. n° 6. — *Angles du siège.*

aussi de la hauteur du siège et de l'angle du siège avec l'horizontale.

Les mouvements de flexion du pied doivent avoir une ampleur de 45°, et l'angle des jambes et des pieds est limité entre 75° et 120°. Il faudra donc fournir un repose-pieds permettant une position confortable et pouvant assurer l'amplitude normale de l'articulation de la cheville. Nous rapportons dans la figure n° 6 les angles du siège de CUMBERLAND et BOWEY.

Pour les voyages courts, ils préconisent un angle β-α de 100°.

Pour les voyages moyens, ils préconisent un siège réglable avec une amplitude de l'angle β de 110° à 125°.

Pour les voyages aériens de plus de dix heures, ils pensent qu'il faut fournir trois valeurs à l'angle β : 110°, 125°, 135°.

Il semble raisonnable de fixer la valeur de l'angle siège-dossier à 105°, le coussin du siège faisant un angle avec l'horizontale de 5 à 10° environ.

Il reste non moins vrai que le siège sera réglable et nous nous rallierons à l'opinion de CUMBERLAND et BOWEY qui fixent à l'angle β trois valeurs différentes, qui seront : 105°, 125°, 135°.

L'angle des repose-pieds sera, lui aussi, réglable. Les auteurs ne sont pas tous d'accord sur la valeur qu'il pourra avoir. Les valeurs extrêmes vont de 0° à 48°.

Il nous semble cependant qu'un repose-pieds faisant un angle avec l'horizontale de 20° à 48° sera le plus confortable. Toutes les positions entre ces deux angles seront donc permises et assureront une amplitude normale des mouvements de l'articulation de la cheville.

L'angle tête-tronc sera fixé à 180° avec variations par la mise d'oreillers ou de coussins)permettant une position de la tête faisant un angle droit avec l'horizontale, surtout dans la position d'alerte.

Un autre élément d'importance est la disposition des sièges et en particulier leur orientation.

D. — *Orientation des sièges face à l'arrière.*

Dans de nombreux accidents d'atterrissage, les occupants sont arrachés de leur siège et précipités vers l'avant de la cabine lorsque l'avion touche le sol. Ils sont alors grièvement blessés ou même tués par le choc contre le dossier des sièges placés devant eux ou contre les parois de la cabine. Si l'on réussissait à empêcher cette projection vers l'avant, on réduirait dans bien des cas le nombre des morts et des blessés graves.

Lorsqu'un accident aérien se produit très brutalement en cours de voyage, les mesures de sécurité prévues n'ont souvent pas le temps de fonctionner. Mais dans la majorité des cas certains indices avertissent à l'avance qu'un accident risque de se produire, ce qui permet de prendre des mesures préventives. Ainsi, à la suite d'une panne de moteur ou de tout autre incident mécanique, le commandant de bord est obligé d'effectuer un atterrissage forcé sur un terrain plus ou moins bien dégagé. On recommande alors aux passagers de bien ajuster leurs ceintures de sécurité destinées à les maintenir sur leurs sièges. Mais cette précaution n'est pas toujours, malheureusement, suffisante.

Au cours d'un atterrissage forcé, l'avion arrive au sol généralement train rentré, avec une vitesse aussi réduite que possible. Il traîne sur le sol pendant une distance de plusieurs dizaines de mètres, sa course étant freinée progressivement par le frottement et parfois brutalement en cas de rencontre d'obstacle.

Cependant, le plus souvent, le fuselage est assez solide pour que la cabine ne s'écrase pas et les accélérations négatives de freinage ne sont pas assez élevées pour léser les organes internes des passagers. Mais il arrive souvent que les ceintures de sécurité se rompent ou que les sièges s'arrachent de leurs supports et les passagers, précipités par inertie vers l'avant, vont heurter les dossiers des sièges placés devant eux ou les parois de la cabine.

Même dans le cas où la ceinture et le siège résistent à de tels efforts, la partie supérieure du corps du passager est violemment projetée en avant, de sorte que la ceinture serre fortement l'abdomen, tandis que la tête va heurter le dossier du siège antérieur.

Les enquêtes sur les accidents ont révélé qu'en pareil cas, les quatre cinquièmes des tués le furent par suite de fracture du crâne. Il semble bien que le fait de maintenir complètement le corps du passager contre le dossier du siège et de disposer des sièges plus solidement fixés qu'à l'heure actuelle éviterait de nombreux morts.

Voici deux exemples d'accidents au cours desquels le nombre des victimes aurait pu être réduit :

1° Un hydravion heurta un mât immédiatement après le décollage et fut précipité dans la mer. Sur vingt-cinq occupants, il y eut seulement trois survivants : le stewart, un passager et un membre de l'équipage qui, tous les trois, étaient debout au moment de l'impact et appuyés sur une partie solide de la structure. Tous les autres occupants moururent des suites de fracture du crâne, sans autres blessures. Tous les sièges furent arrachés.

2° Un Douglas D.C. 4 eut une panne de moteur au décollage alors qu'il roulait encore au sol. Le pilote stoppa les moteurs et freina. Mais l'avion dépassa l'extrémité de

la piste, passa au travers d'une haie, traversa une route et finalement s'immobilisa à un peu plus de 500 mètres du point où les freins avaient commencé à agir. Puis il prit feu. La cabine était à peu près intacte. Il semble donc que beaucoup de passagers auraient dû échapper à la mort. Cependant, il n'y eut que cinq survivants, dont le pilote, sur quarante-huit occupants. L'enquête révéla que tous les sièges des passagers s'étaient arrachés du plancher et que les corps des passagers avaient été projetés vers l'avant de la cabine.

Il a été montré que la tolérance humaine aux accélérations est la plus élevée lorsque ces accélérations étaient dirigées dans le sens poitrine-dos. L'accélération exercée sur le corps des passagers au cours d'un atterrissage forcé étant dirigée de l'arrière du fuselage vers l'avant, la méthode la plus logique et la plus efficace de protéger les passagers consiste à les faire asseoir sur des sièges face à l'arrière, leur dos et leur tête s'appuyant sur le dossier du siège dont la résistance sera suffisamment élevée pour ne pas s'arracher lors d'un freinage brutal de l'avion.

Les services officiels s'étaient opposés à cette modification de l'orientation des sièges, sous prétexte de l'effet défavorable causé sur les passagers par l'emploi de sièges orientés face à l'arrière.

A titre d'expérience, le 46e groupe de transport de l'Air Transport Command de la R.A.F. fut autorisé à équiper ses avions de sièges orientés face à l'arrière. Après plus d'un an d'expérience, les observations des passagers furent rassemblées et leur opinion est assez révélatrice :

1° Un passager seulement sur cinq est contre l'adoption de sièges orientés face à l'arrière et la majorité des passagers est vivement favorable à cette adoption. La plupart de ceux qui n'y sont pas favorables sont des membres du personnel navigant.

2° 99 % des passagers considèrent que la vue à travers les hublots est meilleure lorsqu'on est assis face à l'arrière.

3° Un passager sur trois estime que l'on a nettement moins le mal de l'air lorsqu'on est assis face à l'arrière. Les autres n'y voient pas de différence.

4° Les chocs dus aux rafales sont moins perceptibles lorsqu'on est assis face à l'arrière.

5° Le bruit est moins perceptible dans cette position.

En conclusion de cette étude, nous dirons qu'il nous semble que des sièges orientés face à l'arrière, avec des dossiers munis d'un repose-tête, assureraient une protection idéale.

2° Siège Pilote.

L'importance des mensurations des équipages n'a pas échappé aux constructeurs d'avion. Il faut fournir des appareils qui permettront au pilote et à tout l'équipage d'entrer facilement dans l'avion, de s'y mouvoir et de remplir leurs fonctions aisément. De plus, il faudra tenir compte de l'équipement nécessaire aux aviateurs pour affronter les hautes altitudes, du matériel qui leur permettra de sauver leur vie en cas de danger. La question d'espace est primordiale et permettra bien souvent de sauver des vies humaines. C'est pourquoi il faut des données très précises sur les mensurations du corps humain.

Mais pour obtenir ces mensurations, il faudra s'adresser au « personnel navigant » et non, comme pour le siège passager, au voyageur pris par hasard comme sujet d'expérience. En effet, par leur fonction même, les membres du personnel navigant auront des caractéristiques anthropométriques bien différentes. Par leur entraînement, ils développent certaines parties du corps d'une façon très importante. La cage thoracique est, chez eux, d'une dimension supérieure à la normale. Leur abdomen, au contraire, ne présentera pas une augmentation en rapport avec celle de la cage thoracique. Ces mensurations joueront un grand rôle dans l'étude du poste de pilotage. Le pilote doit avoir à portée de lui les commandes, les pédales du

gouvernail. Nous avons pu obtenir des mensurations effectuées sur 1.000 aviateurs français et sur des pilotes de la Royal Air Force. Ces données nous permettront de faire une comparaison entre le pilote français et le pilote anglais (tableau n° 7).

MENSURATIONS MOYENNES	*Pilotes français*	*Pilotes anglais*
Taille	1 m. 71	1 m. 76
Longueur des membres inférieurs	1 m. 06	1 m. 09
Longueur des cuisses	0 m. 59	0 m. 60
Longueur des bras	0 m. 85	0 m. 86
Longueur du buste	0 m. 77	0 m. 80

Tableau n° 7. — *Comparaison des mensurations moyennes des pilotes français et anglais.*

Nous voyons que l'aviateur anglais est plus grand que l'aviateur français et que les mensurations des pilotes standard français et anglais seront donc sensiblement différentes. Cela, au point de vue pratique, est d'un grand intérêt.

Des tableaux de concordance entre la taille des différents segments du corps ont été établis pour les pilotes de la R.A.F. Nous reproduisons le tableau n° 8 qui les synthétise.

Le Bureau de Normalisation de l'Aéronautique Française a défini exactement les dimensions extrêmes dans lesquelles un pilote français devra se trouver intégré pour pouvoir faire partie du cadre des pilotes français : ce sont les pilotes mini et maxi.

Le pilote mini aura une taille de 1 m. 59 ;

Le pilote maxi aura une taille de 1 m. 96.

Pour chaque segment de membre ont été définies les valeurs minima et maxima auxquelles les pilotes français devront satisfaire.

La R.A.F. a pratiqué des expériences qui ont défini le poste de pilotage standard. Vingt-neuf pilotes ont été choisis : les uns parce qu'ils étaient petits, les autres parce qu'ils étaient exceptionnellement gros.

Et en tenant compte des mensurations recherchées minutieusement, on a pu définir le « cockpit » standard.

Il a fallu modifier ces mensurations puisqu'elles étaient pratiquées sur des hommes nus et corriger les valeurs trouvées en tenant compte des vêtements et de l'équipement de vol.

Il faut de plus tenir compte que l'avion de chasse demande comme conditions essentielles l'installation d'un siège à éjection et d'un collimateur ; de plus, il est nécessaire de minimiser la hauteur du cockpit, le «manche à balai » a une seule poignée, et le confort est de moindre importance.

Dans les avions de transport, les sièges à éjection et les collimateurs sont inutiles, on n'a pas à restreindre la hauteur du poste de pilotage et le manche à balai est représenté par un volant. Le confort doit être recherché avec plus d'attention que dans les avions de chasse.

Nous verrons tout d'abord une des questions les plus importantes : les angles du siège.

En effet, Mac Farland nous rapporte une petite enquête qui a été faite sur : — 75 pilotes :

— 33 navigateurs,

— 42 officiers radio,

de plusieurs types d'appareils.

La majorité des critiques se portent sur le réglage du siège.

En effet, sur 93 critiques formulées par les 150 pilotes, navigateurs, officiers radio, 63 concernent le réglage du siège.

Le dossier doit prendre trois inclinaisons (par rapport à l'horizontalité) :

— Il doit former un angle de 110° avec l'horizontale pour le vol de croisière (angle ouvert en avant) ;

— Pour l'évacuation et l'atterrissage, il doit avoir un angle de 100° avec l'horizontale ;

— Pour la position de repos, il doit avoir une valeur de 125°.

Avec ces trois positions, nous pensons que les critiques que l'on a pu adresser au réglage du siège diminueront et que c'est un point délicat qui pourra ainsi être aplani.

Réglage du siège et ligne de référence.

Les conclusions tirées des expériences sur le réglage du siège ont démontré que la position haute du siège devait être à 15 cm. 2 de la position basse. Ce réglage permettra de donner aux pilotes la possibilité d'avoir les yeux sur le même plan défini très exactement quand le dossier du siège fait avec l'horizontale un angle compris entre 100 et 110°. Cette ligne de référence doit faire avec l'horizontale un angle de 60°. Sept positions du siège sont fournies permettant de régler à peu près exactement la position de l'œil du pilote.

HAUTEUR DU BUSTE CORRESPONDANT	*MOYENNES CORRESPONDANTES*		
	Longueur des bras	*Longueur des jambes*	*Longueur des cuisses*
	(en cm.)	(en cm.)	(en cm.)
85 cm. 7	79,8	103,9	56,1
88 cm. 3	82,7	106,9	57,5
90 cm. 8	83,6	108,7	58,2
93 cm. 4	85,3	110,7	59,4
95 cm. 9	86,4	122,3	60,2
98 cm. 4	88,4	113,5	61,2
Supérieure à 98 cm. 4	93	117,1	63,8

Tableau n° 8. — *Combinaison de la hauteur du buste (du siège au sommet du cr. ne) avec la moyenne correspondante des autres mensurations pour les pilotes nus de la R.A.F.*

Le point de référence du siège peut être défini par le point d'intersection des surfaces comprimées du siège lui-même et du dossier du siège, ces deux surfaces étant planes.

La distance de ce point à la position normale de l'œil est de 82 cm. 3 pour les avions de chasse quand le dossier du siège fait un angle de 107° avec l'horizontale.

La distance dépendra de cet angle du dossier. L'œil du pilote sera situé sur une ligne supérieure quand il décollera ou atterrira. Pendant le voyage lui-même, il aura adopté une angulation de siège plus importante qui abaissera la position de son œil.

Généralement, on place la ligne normale de l'œil à 80 centimètres environ du point de référence du siège.

Par l'étude minutieuse des données anthropométriques du personnel navigant, on pourra exactement définir :

1° La distance du siège à la planche de bord ;

2° La position du manche à balai par rapport au siège ;

3° La position des pédales et leurs moyennes de débattement, c'est-à-dire la distance entre la position des pédales la plus près du siège et la position la plus éloignée.

Pour le pilote qui doit maintenir longtemps une position oblique des jambes pour manœuvrer la pédale, il est nécessaire de déterminer empiriquement quel angle formé par la jambe et la cuisse est le mieux toléré.

SWEARINGEN a expérimenté dans ce but, sur un petit groupe d'individus de stature élevée, moyenne et petite, un petit siège et une pédale d'avion se déplaçant dans tous les sens. Les individus étaient attachés au petit siège par une ceinture de sécurité, les courroies passant sur les épaules et la hauteur du petit fauteuil lui-même fut successivement portée à environ 26, 31 et 37 centimètres au-dessus du plancher.

Pour chacune de ces positions fut déterminée la distance minima et maxima de la pédale à laquelle les sujets réussissaient le mieux à exécuter le mouvement complet qui leur était demandé.

Une troisième distance fut établie en prenant la moyenne arithmétique des précédentes. Enfin, le sujet fut invité à choisir la position de la pédale qui lui semblait la plus commode. Dans tous les essais, on a recueilli les distances d'un point de rapport du siège (point de référence) et de la pédale et, naturellement aussi, la hauteur par rapport

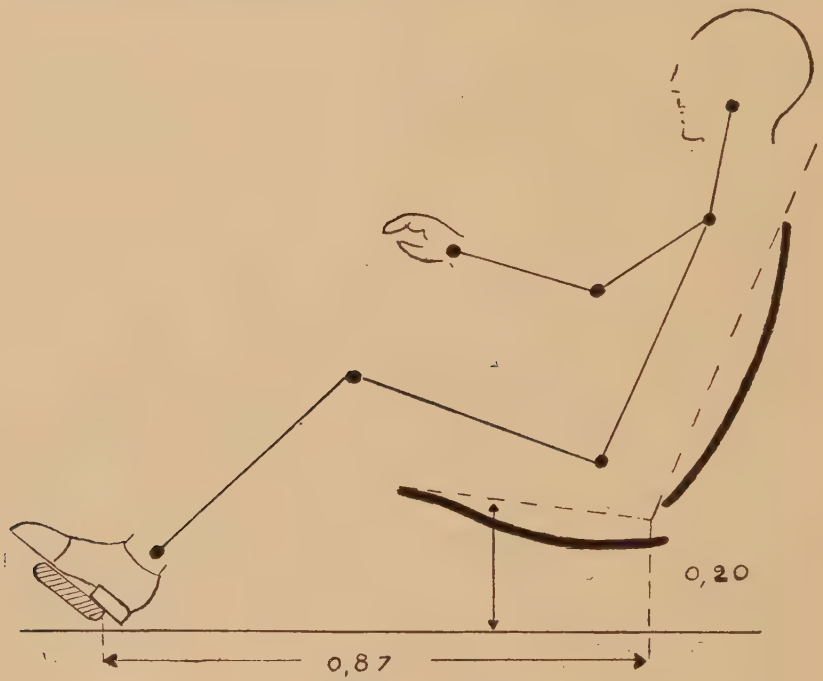


FIGURE N° 9

au plancher. L'angle formé avec les genoux fut mesuré au goniomètre. L'angle évalué le plus commode pour beaucoup d'individus varie de 99° à 122° avec 109° de valeur moyenne. La moyenne pour chacun des trois groupes fut de 110°±4°.

Au contraire, l'angle représentant la moyenne arithmétique des deux positions extrêmes du clavier de pédales fut de 100°±6°.

La distance moyenne horizontale du point de référence du siège fut d'environ 87 centimètres et la distance verticale d'environ 17 centimètres quand le clavier de pédales était dans la meilleure position.

La figure n° 9 donne une idée schématique de la position jugée la plus commode par le plus grand nombre de pilotes interrogés. Il est cependant nécessaire qu'un siège de ce genre puisse être réglable facilement en hauteur et en inclinaison afin que le pilote puisse prendre la meilleure position pour le décollage, l'atterrissage et les virages.

DONNÉES PHYSIOLOGIQUES POUR LA CONSTRUCTION DES SIÈGES D'AVION

Dans la première partie, nous venons d'étudier les données anthropométriques nécessaires à la construction du siège d'avion. Ces données sont très importantes et sont absolument nécessaires pour procurer au passager un confort maximum.

Mais, en plus de ces questions, une étude rationnelle de la mécanique et de la physiologie de la position assise est indispensable pour déterminer et expérimenter les sièges qui fourniront le repos maximum.

Ce repos maximum est sous la dépendance de deux facteurs :

D'une part, le repos musculaire ;

D'autre part les phénomènes de compression agissant sur les vaisseaux, les nerfs et les tissus.

La position assise, à égalité d'autres conditions, demande une plus grande dépense énergétique comparativement à la position en décubitus dorsal.

Dans le premier cas, on observe une augmentation moyenne de la production calorique d'environ 5 %.

Il faut donc essayer de déterminer quelles sont les positions assises qui procureront le plus de repos musculaire et qui pourront être considérées comme positions de repos idéales.

Un simple tabouret, sans aucun dossier, peut-il fournir une position de repos? L'étude de la mécanique de la position assise va nous fournir une réponse.

Comme l'indique FICK (1911), le passage de la position debout à la position assise s'accompagne d'une rotation et d'un redressement externe du bassin à travers un axe transversal, d'une flexion ventrale de la colonne vertébrale et d'une flexion de l'articulation des hanches. Le bassin tourne de 40 à 50°.

Une question primordiale dans la position assise est le mécanisme qui limite la flexion ventrale de la colonne vertébrale. Beaucoup d'auteurs (VIRCHOW, 1884 ; LINDHARD, 1937) soutiennent que c'est l'extension des muscles du dos qui limite la flexion ventrale. Cependant cela ne semble pas très probable.

Certains auteurs ont suggéré que les ligaments vertébraux avaient un rôle primordial dans la limitation de cette flexion.

Par exemple, BENNINGHOFF s'appuie sur la déclaration vieille de soixante-quinze ans de MEYER. Il soutient que lorsque la colonne vertébrale s'approche de la position soi-disant normale, la tension des ligaments vertébraux étaient à peu près de 2 kilogs. BENNINGHOFF considère que la flexion ventrale doit conduire à un accroissement de tension dû aux propriétés élastiques spéciales des ligaments.

AKERBLOM a fait plusieurs expériences sur des préparations d'épine dorsale et il a employé la radiographie pour cette technique. Il a trouvé qu'une augmentation de tension des ligaments vertébraux faisait augmenter leur longueur en proportion logarithmique du poids.

Quand le poids avait atteint 15 à 20 kilogs, la longueur demeurait presque constante. Il était ainsi impossible de courber le dos en avant après cette limite, à moins que la charge soit augmentée au point que les os ou les ligaments cassent. Il a été prouvé qu'il n'y avait aucun autre élément qui pouvait résister à une flexion ultérieure. Il semblerait donc que ce sont les ligaments vertébraux qui limitent la ventriflexion de la colonne vertébrale. Par leur action, il est possible de rester assis au repos avec les muscles du dos relâchés, même sans dossier. Et cette théorie a été confirmée par les expériences d'AKERBLOM. Par électromyographie,

il a pu montrer que la contraction posturale des groupes musculaires (notamment ceux de la colonne vertébrale) était à peu près nulle.

Donc, nous venons de trouver une position de repos ; en ventriflexion maximale de la colonne vertébrale, position que peut fournir un simple tabouret.

VERNON, en 1924, a attiré l'attention sur l'importance fondamentale de la possibilité de changer fréquemment de position. On voit pourtant recommander quelque position assise particulière comme étant la seule correcte. Il faut s'élever contre cette assertion.

AKERBLOM a recherché, toujours par l'électromyographie, quelles pouvaient être les autres positions de repos. Et il a pu déterminer trois positions de base où les muscles peuvent se relâcher. Il doit être permis au sujet d'occuper, s'il le désire, ces trois positions, qui sont les suivantes :

1° La position penchée en avant, sans dossier, la colonne vertébrale en flexion ventrale maximale ;

2° La position assise avec un support lombaire, la colonne vertébrale en position intermédiaire entre la station droite et la flexion ventrale maximale ;

3° Position assise avec un support dorsal incliné donnant un bon appui aux régions lombaires et dorsales.

Dans ce dernier cas, il semblerait désirable que le support dorsal soit construit de façon à permettre un petit degré de flexion dorsale dans la région lombaire.

Il serait intéressant de faire une étude sur ces trois positions en se servant de cette méthode de courant d'action musculaire.

Cela permettrait de déterminer scientifiquement les positions assises idéales comme l'a fait AKERBLOM.

Cette méthode est donc très intéressante et nous permet de laisser de côté les méthodes empiriques. Elle nous permet de plus de déterminer les variations individuelles qui peuvent se produire. Nous pourrons contrôler ainsi si deux sujets à mêmes caractéristiques anthropométriques

auront des électromyogrammes semblables pour une même position assise « de repos ».

On a habituellement déclaré du siège que sa surface efficace de support devait être la plus grande possible. Aussi des sièges ont été faits trop moelleux, de sorte qu'ils viennent s'adapter eux-mêmes à la forme du séant quand le sujet s'y enfonce. En fait, cette mollesse excessive du siège aboutit à distribuer la pression sur des tissus qui ne sont pas faits pour la supporter (BRAUS, 1921 ; BROMAN, 1926).

Une croyance particulièrement bien ancrée est que les cuisses devraient être bien supportées par le siège, ce qui augmenterait la surface portante. HOOTON (1945) en vint à la conclusion, après des mensurations moyennes, que la hauteur du siège devait être de 42 centimètres au-dessus du sol pour avoir le plus grand confort. Il recommande aux sujets à longues jambes de placer leurs pieds en avant de façon que les cuisses soient bien supportées par le siège.

Cependant AKERBLOM s'élève contre cette croyance et explique que, par ses radiographies, il a vu qu'il fallait comprimer fortement les masses musculaires de la cuisse pour avoir un support convenable fourni par le fémur. De tels procédés amènent une compression très forte des masses musculaires et du sciatique en particulier. La compression joue donc aussi un rôle important dans la position assise.

Ce facteur de compression jouera sur les vaisseaux et la circulation de retour, sur les tissus et les nerfs.

Pour diminuer ce facteur, il est évident que nous devons nous rapporter aux données anthropométriques que nous avons étudiées. Il apparaît que la compression dépend :

— D'une part de la hauteur du siège ;

— D'autre part de la longueur du siège.

Et, le plus souvent, la hauteur du siège est déterminée par la hauteur de la table, alors que la logique commanderait que ce soit l'inverse. Il est clair que la hauteur du siège doit être commandée par la longueur moyenne des jambes.

Et après avoir déterminé cette hauteur du siège, il s'ensuivrait une hauteur de table en rapport avec la hauteur du siège.

Si le siège est trop haut, on aboutira à ce fait que la personne assise aura tendance à s'asseoir sur le bord de la chaise, son dos loin devant le dossier. Si le sujet s'asseoit normalement sur son siège, il subira une compression importante au niveau des masses musculaires de la cuisse et, de plus, il ne pourra atteindre le sol.

L'idéal est donc de construire un siège très bas de façon à rendre les cuisses libres et indépendantes du siège. Ainsi des pressions permanentes sur elles ne se produiront pas. La hauteur usuelle des sièges est de 45 centimètres. En fait, les jambes de la grande majorité des femmes et d'environ la moitié des hommes sont inférieures à ce chiffre. Aussi ne faut-il pas s'étonner de la sensation d'engourdissement qu'ils éprouvent dans les jambes, sensation due à la pression sur les vaisseaux, les tissus et les nerfs.

La longueur du siège est aussi importante. Si cette longueur est trop importante, les cuisses ne pourront pas se rendre indépendantes du siège, d'où il résultera une compression néfaste. De plus, la personne assise ne pourra pas atteindre le dossier : il s'ensuivra que la colonne lombaire n'aura aucun support quand elle s'inclinera en arrière.

Donc, la longueur du siège doit être rapportée à la longueur minima des cuisses que nous avons notée sur les tables de HOOTON.

CONCLUSIONS

Une étude anthropométrique soigneuse permet de montrer que le siège idéal doit posséder des caractéristiques en rapport avec les dimensions corporelles de l'usager.

Celles-ci permettent de bien définir :

— La longueur du siège ;

— La hauteur du dossier ;

— La hauteur des accoudoirs ;

— La largeur du siège et des épaules ;

— La hauteur du siège.

Les statistiques anthropométriques montrent que la hauteur du siège apparaît la plus importante. Elle doit être égale ou inférieure à 40 centimètres.

La longueur du siège a tendance à être trop grande. Elle doit être ajustée à la longueur minima des cuisses.

L'angulation des différentes parties du siège réclame une attention particulière. Elle découle de l'étude rationnelle des points de rotation du corps.

L'application de ces principes à l'aviation permet d'envisager deux réalisations différentes :

1° Pour le siège passager ;

2° Pour le siège pilote.

Le *siège passager* avec toutes les caractéristiques du siège en position statique, devra posséder :

1° Une angulation du dossier réglable, « point capital » (trois positions pour le dossier) ;

2° Un siège recouvert d'une paroi élastique pour éviter les compressions des tissus et des masses musculaires ;

3° Une couverture isolante contre les vibrations particulièrement importante pour le dossier et l'appui-tête, de façon à minimiser la transmission des bruits par voie osseuse ;

4° Un tissu choisi soigneusement, surtout pour les pays chauds ;

5° Un appui-tête et des supports pour les pieds ;

6° Une orientation face à l'arrière : cette disposition permettant de protéger beaucoup plus efficacement le passager dans les atterrissages forcés.

Le *siège pilote* sera réglable avant tout pour assurer le maximum de confort au pilote.

Les points suivants sont particulièrement importants :

1° Angulation du siège : trois positions pour le dossier ;

2° Etude de ses rapports avec les différents éléments de la cabine ;

3° Attache au plancher de l'habitacle réglable pour permettre au moins trois positions du siège le rendant adaptable aux différentes longueurs de jambes des pilotes.

Par l'électromyographie, trois positions assises de repos ont été découvertes et le siège idéal doit pouvoir les fournir :

1° Position penchée en avant sans dossier, la colonne vertébrale en flexion ventrale maximale ;

2° Position assise, avec un support lombaire, et la colonne vertébrale en position intermédiaire entre la station droite et la flexion ventrale maximale ;

3° Position assise, avec un support dorsal incliné, donnant un bon appui aux régions lombaires et dorsales.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirai et les soignerai sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes; si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu :
Pr. le Doyen, l'Assesseur :
L. CHELLE

Vu :
Le Président du Jury,
R. FABRE

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Bordeaux, le 10 Juillet 1951.

Le Recteur,
E. DELAGE

BIBLIOGRAPHIE

AKERBLOM (B.). — *Standing and Sitting posture with special reference to the construction of chairs* (thèse de doctorat en médecine, 187 p., 1948, Stockholm).

— « Knaledens slurotation demonstrerad hos levande » (*N. M.*, vol. XXXII, p. 2306, 1946).

BASLER (A.). — « Zur Physiologie des Hockens » (*Zschr. Biol.*, vol. LXXXVIII, p. 523-530, 1929).

BENNINGHOFF (A.). — « Lehrbuch der Anatomie des Menschen » (vol. I, *Allg. Anatomic und Bewegunsap*, 528 p., Munchen, 1939).

BRAUN (W.) et FISHER (O.). — « Uber den Schwerpunkt des menschliken Korpers mit Rucksicht auf die Ausrüstung des deutschen Infanteristen » (*Abh. d. Math. phys. Classe d. k. Sachs Ges. d. Wissench.*, vol. XV, p. 559-672, Leipzig, 1889).

BRAUS. — « Anatomie des Menschen » (vol. I, *Bewegungsapparat*, 835 p., Berlin, 1921).

BROMAN (I.). — « Bekvama sittmobler-och obekvama » (*Biolog. Kaserier*, vol. V, p. 7-14, Lund, 1926).

BUREAU DE NORMALISATION DE L'AÉRONAUTIQUE. — « Pilote standard. Dimensions utiles mini » (*P.R.L.*, 101.02.1, novembre 1949).

— « Pilote standard. Dimensions utiles maxi » (*P.R.L.*, 101.02.2, novembre 1949).

CUMBERLAND et BOWEY. — « Siège pour avions de transport » (*Aircraft Engineering*, 9-50, p. 250-255).

DAMON (A.), RANDALL (F.-E.), BENTON (R.-S.) et BRUES (A.-M.). — « The importance of human sizing standard in Aviation »

(*The Air Surgeon's Bull.*, mars 1944, 1 (3), 8-9).
— « The importance of human sizing standard in Aviation » (*The Journal of Medecine*, août 1944 (4), 238-243).

DUGUET (J.). — « Effets physio-pathologiques des accélérations sur l'organisme de l'aviateur » (*Biologie Médicale*, vol. XXXV, n° 10-11, 1946).

FLIGHT (Editorial). — *Confort in the Air* (22 juillet 1948, p. 94-95).

FICK (R.). — « Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke » (vol. III, *Spezielle Gelenk und Muskel Mechanik*, 688 p., Iéna, 1911).

GRANDPIERRE (R.). — « Eléments de Médecine Aéronautique » (*Archives I.F.T.A.*, L. 693).

HALL (G.-E.). — « Aviation Medecine in the R.C.A.F. » (*J.A.M.A.*, 119, 1105, (août 1942).

HELLEBRANDT (F.-A.), TEPPER (R.-M.), BRAUN (G.-L.), ELLIOT (M.-C.). — « The location of the cardinal anatomical orientation planes passing through the centre of weight in young adult women » (*Amer. J. Physiol.*, vol. CXXI, p. 465-470, 1938).

HELLEBRANDT (F.-A.). — « Standing as a geotropic reflex » (*Ibid.*, vol. CXXI, p. 471-474, 1938).

HELLEBRANDT (F.-A.), HIRT (S.), FRIES (E.-C.). — « Centres of gravity of human body » (*Arch. Phys. thérapy*, vol. XV, p. 280-287, 1944).

HOOTON (E.-A.). — *A survey in seating* (Heywood Wakefied C° Gardner, 101 p., Massachussets, 1945).

HENRY (J.-P.). — « A method for assessment of seat confort » (*National Research Council Division of Medical Science Report*, n° 489).

HESSER (C.). — Var Faller Kroppens tyngdlinji istaende stallningar? » (*Svenska Lakaresallskapets handlingar*, vol. XLIV, p. 133-168, 1918).

INSTITUT FRANÇAIS DE TRANSPORT AÉRIEN. — « Amélioration de la sécurité aérienne par l'emploi de sièges renforcés et orientés face à l'arrière » (*Note d'Information* n° A.C. 64, 11 p., avril 1949).

JACKMAN (K.-R.). — « Greater confort for the Air Line passenger » (*Aero Digest*, n° 5, novembre 1948, p. 42-46 et p. 92).

— « Research toward greater Air Line passenger confort » (*Institute of the Aeronautical Science*, Preprint n° 120, 28 p., 1948).

LAY (W.-B.) et FISHER (L.-C.). — *Journal S.A.E.* (Trans.), 1940, 47-482.

LIPPERT (St.). — « Le confort des sièges d'avions » (*Aeronautical Engineering Review* (2-50), p. 39-41).

LINDHARD (J.). — *Ovelsesterapi i. Almindelig del*, 193 p., Copenhague, 1937.

LO-MONACO, CROGE (T.), TAGLIAMONTE (B.) et FORTI (L.). — *Riv. Med. Aer.*, 1948, II, 337.

MAC FARLAND (R.-A.). — *Human factor in Air Transport design* (Mac Graw. Hill Book C°, N.-Y., p. 389 à 392, p. 498 à 511).

MOSS (F.-A.). — « Preliminary report on fatigue produced by automobile riding » (*S.A.E. Transactions*, vol. XXIV, p. 15-20, 1929).

— « Measurements of confort in automobile riding » (*S.A.E. Transactions*, vol. XXV, p. 7-12, 1930).

MORANT (G.-M.) et RUFFEL SMITH (M.-P.). — « Body Measurement of Pilots and Cockpit Dimensions » (*Flying Personnal Research Committee Rep.*, n° 689, décembre 1947).

NEAL (Douglas O'). — « Sièges pour passagers sur avions de transport » (*Aero Digest*, 7-49, p. 38-39 et 102-104).

PATON (C.-R.), PIKARD (E.-C.), HŒHN (V.-M.). — *Journal S.A.E.* (Trans.), 1940, 47, 273).

RAINER (Fr.-J.), ROBACKI (R.). — « Etude morphologique et fonctionnelle des ligaments intercruraux de la colonne vertébrale humaine » (*L'œuvre scientifique de Fr.-J. Rainer*, vol. II, p. 47-70, Bucarest, 1945).

RANDALL (F.-E.). — « Confort du siège du pilote » (*Mechanical Engineering*, décembre 1946, 12, p. 1056-1058).

ROSEN (N.-G.). — « A simplified method of measuring amplitude on motion in joints » (*Journal Bone S.T. Surgeon*, 1922).

SCHWAB (J.-W.). — « Passenger service requirement for North Atlantic operations » (*Engineering Journal*, janvier 1948, 31 (1), 21-24).

STAFFEL (F.). — « Zur Hygien der Sitzens » (*Zbl. f. allg. Gesundheitspflege*, vol. III, p. 403-421, 1884).

— *Die Menschlichen Haltungstypen und ihre Beziehungen zu Ruckgratsverkrummungen* (92 p., Wiesbaden, 1889).

STIEGLITZ (W.-I.). — « Nécessité de la protection contre les accidents » (*Aviation Week*, 6-3-50, p. 28 et 30-33).

SWEARINGEN (I.-I.). — *Nav. Med. Res. Instit. Bethesda Maryland Project.*, N.M. 001.007 (X651), Report n° 4, 21 genn. 1949.

SCANO (A.). — « I Requisiti del Sedili nel velivolo moderno. Medicina Aeronautica Applicata. Rubrica per l'aviatore » (*Rivista Med. Aeronautica*, 1950, XIII, n° 2, p. 327-332).

TEA (C.-A.). — *Journal S.A.E.*, 1938, 43-26.

TYE (W.). — « Influence of recent civil Airworthiness requirements on aircraft design » (*Journal of the Royal Aeronautical Society*, août 1948, p. 521 ; *Archives I.F.T.A.*, p. 36).

VERNON (H.-M.). — « The influence of rest pauses and changes of posture on the capacity for muscular work » (*Medical Research Council Report*, n° 29, p. 28-55, London, 1924).

VIRCHOW (H.). — *Uber Gehen und Stehen Sitz berd. d. Phys. Med. Gesellchaft zu Wurzburg*, 1883, p. 44-48.

V. MEYER (H.). — « Das Aufretchte Stehen » (*Arch. Anat. Phys.* p. 9-44, 1853).

— « Die Mechanik des Kniegelenkes » (*ibid.*, p. 497-547, 1853)

— *Statik und Mechanik des Menschliken Knochengerustes* (402 p. Leipzig, 1873).

— *Statik und Mechanik des Menschlichen Fusses* (119 p., Iéna, 1886).

— « Das Sitzen mit Gekreuzen oberschenkeln und dessen moglichen Folgen » (*Arch. Anat. Phys.*, vol. XIV, p. 204-208, 1890).

WHITTINGHAM (H.-E.). — « Preventive Medicine in the R.A.F. » (*Journal of the Royal Institute of Public Health and Hygiene*, septembre 1944).

BORDEAUX
IMPRIMERIE R. SAMIE
21-23, rue Teulère

—

1951

Dépôt légal N° 15.335 — 3e Trimestre 1951